



---

## **Actes des journées coton du Cirad**

**Montpellier, du 17 au 21 juillet 2000**

---

**Programme Coton  
Cirad-ca**



# Etat actuel des travaux sur la résistance d'*Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoïdes conduits au Bénin

Patrick PRUDENT, Cirad-ca  
André KATARY,  
Angelo DJIHINTO,  
Elizabeth PATHINVO,  
Recherche Coton et Fibres, Inrab, Cotonou, Bénin

*Cette note reprend certains points de la présentation faite par les auteurs lors de la réunion du PRAO (Bamako, mars 2000). On pourra se reporter à cette dernière pour les figures et tableaux qui n'apparaîtraient pas ici.*

## Introduction

La résistance de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoïdes est désormais une réalité constatée et confirmée par les échecs des traitements en conditions réelles de culture du cotonnier au Bénin. Cependant, durant la campagne 1999/2000, les dégâts occasionnés par les divers ravageurs attaquant la culture cotonnière sont restés exceptionnellement faibles, comme dans toute la sous-région, situation signalée lors de la conférence du CORAF tenue en février 2000 à Lomé. Devant cette situation, les organismes de développement et les agriculteurs ont pu douter de la nécessité de poursuivre les efforts demandés en matière de prévention et de gestion de la résistance. Les études réalisées au laboratoire confirment cependant que la résistance est toujours présente et justifie les mesures prises pour tenter d'en limiter l'évolution.

## Suivi de la résistance aux pyréthrinoïdes

Deux des trois méthodes envisagées dans le cadre du projet PR-PRAO ont été mises en pratique, les vials-tests et les applications topiques.

### 1. La méthode des vials-tests

Cette méthode permet d'estimer approximativement le niveau de résistance en déterminant les taux de mortalité obtenus avec deux doses discriminantes sur des populations prélevées au champ et testées le jour même du prélèvement. A cause des faibles densités des populations, huit tests seulement ont pu être réalisés.

## Méthodologie

Des chenilles de *H. armigera* de 1 à 1,5 cm de longueur sont prélevées au champ et réparties par lots de quinze unités dans des boîtes ventilées contenant des fleurs et feuilles de cotonnier. Transportées jusqu'au lieu de réalisation du test, les chenilles sont manipulées au pinceau et placées une à une dans trois catégories de tubes, contenant respectivement 0, 5 et 30 µg de cyperméthrine par tube, sans apport d'aliment. Ces tubes sont conservés à l'ombre,

immobiles, dans un local ventilé à température ambiante. L'état des chenilles est observé vingt-quatre heures après leur insertion dans les tubes et celles-ci sont classées en trois catégories : (1) mortes, (2) moribondes (encore mobiles mais incapables de contrôler leurs mouvements et de se rétablir sur leur pattes après avoir été retournées) et (3) vivantes (présentant des mouvements coordonnés et capables de rétablir leur position après retournement).

## Résultats et discussion

L'ensemble des résultats de ces tests est présenté dans le tableau n° 1.

Tableau n° 1 : vial-tests réalisés au Bénin durant la campagne 1999/2000.

Date	Lieu			Effectif	Nombre de			%
	Départ.	Préfecture ou Sous-P.	Localité		Morts	Morib.	Vivants	
09/09/99	Borgou	Parakou	Komiguia	V 40	0	0	40	100,00
				R 40	6	0	34	85,00
				N 40	29	4	7	17,50
28/09/99	Borgou	Nikki	Sakabansi	V 40	1	0	39	97,50
				R 40	3	5	32	80,00
				N 40	30	5	5	12,50
14/10/99	Zou (Sud)	Djidja	Dridji Centre	V 20	0	0	20	100,00
				R 20	2	0	18	90,00
				N 20	16	2	2	10,00
14/10/99	Zou (Sud)	Djidja	Gbadagba	V 36	0	0	36	100,00
				R 36	3	4	29	80,56
				N 36	25	2	9	25,00
15/10/99	Zou (Sud)	Djidja	Danonkpota	V 40	0	0	40	100,00
				R 40	9	0	31	77,50
				N 40	38	0	2	5,00
04/11/99	Zou (Nord)	Savalou	Agblakindji	V 35	0	0	35	100,00
				R 35	1	0	34	97,14
				N 35	33	1	1	2,86
10/11/99	Borgou	Parakou	Okpara	V 39	0	0	39	100,00
				R 39	0	0	39	100,00
				N 39	13	5	21	53,85
11/11/99	Atacora	Djougou	Sinasingou	V 40	1	0	39	97,50
				R 40	0	0	40	100,00
				N 40	15	6	19	47,50

N.B. : V = tube vert témoin 0 µg. ; R = tube rouge 5 µg. ; N = tube noir 30 µg.

En septembre 1999, seuls deux sites ont pu être étudiés par cette méthode dans le département du Borgou. En octobre, tous les échantillons proviennent du département du Zou, situé plus au sud. Enfin en novembre, un seul échantillon a pu être prélevé dans chacun des trois départements du Zou, Borgou et Atacora. Durant ce dernier mois, le niveau de survie dans les tubes contenant 30 µg de cyperméthrine est nettement plus élevé dans le nord (Borgou et Atacora) que dans le sud (Zou) et le taux de survie est plus élevé qu'en septembre dans le Borgou.



Sur les deux dernières campagnes, on note avant tout une augmentation régulière du taux de survie avec les tubes contenant 5 µg de cyperméthrine. Cette dose tendrait donc à devenir inutile au Bénin, et peut être soit supprimée soit remplacée par une dose plus élevée. Avec la dose de 30 µg, on note que le taux de survie augmente au cours de chaque campagne mais chute entre deux campagnes. Ce résultat est confirmé par les DL50 obtenues par application topique. Cette dose reste donc discriminante dans le cas du Bénin.

## 2. Les tests par application topique

### Méthodologie

Quatre des souches prélevées lors de la réalisation des vials-tests ont pu être mises en élevage au laboratoire de Cana, de même qu'une cinquième souche prélevée dans une culture de tomates en février 2000. Origines et codes de ces souches sont présentés dans le tableau 2.

Tableau n° 2

CODE	Lieu de collecte			Date de collecte	Culture d'origine
	Département	Préfecture ou Sous-P.	localité		
KOM99/09-BJ.cot	Borgou	Parakou	Komiguia	09/09/1999	coton
DRI99/10-BJ.cot	Zou (Sud)	Djidja	Dridji Centre	14/10/1999	coton
AGB99/11-BJ.cot	Zou (Nord)	Savalou	Agblakindji	04/11/1999	coton
OKP99/11-BJ.cot	Borgou	Parakou	Okpara	10/11/1999	coton
TAN00/02-BJ.tom	Atacora	Djougou	Tanéka-koko	10/02/2000	tomate

Les chenilles destinées aux tests sont réparties en cinq classes de poids (25-35 mg., 35-45 mg., 45-55 mg., 55-65 mg. et 65-75 mg.). Les solutions préparées dans de l'acétone sont calculées de façon à ce que 1 µl. corresponde à la dose de matière active devant être appliquée sur un poids moyen de 50 mg., les classes inférieures et supérieures reçoivent respectivement 0,6 µl., 0,8 µl., 1,2 µl. et 1,4 µl., afin de tenir compte du poids des chenilles.

Seuls les résultats correspondant à la lecture de la mortalité à 48h après l'application sont présentés.

### Résultats et discussion

Les résultats des vingt-cinq tests sont présentés dans les tableaux n° 4A à 4D. Les résultats de certains tests sont d'une validité limitée. Il s'agit des tests B99-012 et B99-018, pour lesquels l'ajustement de la régression n'est pas légitime, et des tests B99-009 et B00-008 à B00-010, pour lesquels l'écart-type sur le log de la dose est supérieur à la valeur même du log de la DL50. Ces résultats sont cependant présentés car ils ne sont pas en contradiction avec les autres.

**Tableau n° 04 (A):** Résultats des tests de DL50 réalisés par application topique à Cana du 08/10/1999 au 08/03/2000.

Code test    date Matière active CODE SOUCHE	Doses létales						TEST CHI2 valeur, DDL, Probabilité de dépassement	Régression $Y = A + B \cdot X$ Etb = écart type pente
		log. dose	Écart type	Dose	Limite Infér.	Limite Supér.		
<b>B99-005</b> 08/10/99 Cyperméthrine KOM99/09-BJ.cot F1	DL90	2.06502 e+00	1.38882 e-01	1.16150 e+02	6.43835 e+01	2.60593 e+02	$\chi^2 = 5.993$	A = -1,62445
	<b>DL50</b>	<b>1.15427 e+00</b>	<b>1.96972 e-01</b>	<b>1.42650 e+01</b>	<b>3.60560 e+00</b>	<b>2.86496 e+01</b>	5 DDL, 0.307	B = +1,40733
	DL10	2.43523 e-01	3.66503 e-01	1.75195 e+00	1.09673 e-01	5.80433 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,30126
<b>B99-006</b> 08/10/99 Deltaméthrine KOM99/09-BJ.cot F1	DL90	1.97738 e+00	3.06631 e-01	9.49240 e+01	3.13719 e+01	1.11557 e+03	$\chi^2 = 3.522$	A = -0,26593
	<b>DL50</b>	<b>3.39763 e-01</b>	<b>3.54599 e-01</b>	<b>2.18657 e+00</b>	<b>1.04209 e-01</b>	<b>7.25007 e+00</b>	5 DDL, 0.620	B = +0,78268
	DL10	-1.29785 e-01	7.57342 e-01	5.03674 e-02	3.33405 e-05	4.89199 e-01	Bon ajustement	Etb = 0,21800
<b>B99-007</b> 03/12/99 Deltaméthrine AGB99/11-BJ.cot F1	DL90	1.79729 e+00	1.36105 e-01	6.27036 e+01	3.87222 e+01	1.54091 e+01	$\chi^2 = 6.588$	A = -2,03648
	<b>DL50</b>	<b>1.10305 e+00</b>	<b>7.91043 e-01</b>	<b>1.26779 e+01</b>	<b>8.39068 e+00</b>	<b>8.39068 e+00</b>	4 DDL, 0.159	B = +1,84622
	DL10	4.08806 e-01	1.62661 e-01	2.56334 e+00	8.55542 e-01	8.55542 e-01	Bon ajustement	Etb = 0,33883
<b>B99-008</b> 03/12/99 Cyperméthrine AGB99/11-BJ.cot F1	DL90	2.44673 e+00	1.65452 e-01	2.79727 e+02	1.56610 e+02	8.34444 e+02	$\chi^2 = 5.428$	A = -2,71440
	<b>DL50</b>	<b>1.66196 e+00</b>	<b>8.17256 e-02</b>	<b>4.59158 e+01</b>	<b>3.12559 e+01</b>	<b>6.86483 e+01</b>	5 DDL, 0.366	B = +1,63325
	DL10	8.77189 e-01	1.56941 e-01	7.53684 e+00	2.68802 e+00	1.31061 e+01	Bon ajustement	Etb = 0,28930
<b>B99-009*</b> 03/12/99 Deltaméthrine KOM99/09-BJ.cot F3	DL90	8.84318 e-01	1.44374 e-01	7.66158 e+00	3.97401 e+00	1.63341 e+01	$\chi^2 = 10.328$	A = +0,10303
	<b>DL50</b>	<b>-7.73015 e-02</b>	<b>2.15811 e-01</b>	<b>8.36948 e-01</b>	<b>2.00132 e-01</b>	<b>1.81864 e+00</b>	5 DDL, 0.066	B = +1,33289
	DL10	-1.03892 e+00	3.77426 e-01	9.14279 e-02	6.28026 e-03	3.24956 e-01	Bon ajustement	Etb = 0,25958
<b>B99-010</b> 03/12/99 Cyperméthrine KOM99/09-BJ.cot F3	DL90	1.80984 e+00	1.55841 e-01	6.45417 e+01	3.33128 e+01	1.60384 e+02	$\chi^2 = 7.236$	A = -0,86463
	<b>DL50</b>	<b>7.29068 e-01</b>	<b>2.31345 e-01</b>	<b>5.35881 e+00</b>	<b>1.03935 e+00</b>	<b>1.20325 e+01</b>	5 DDL, 0.204	B = +1,18594
	DL10	-3517046 e-01	4.37260 e-01	4.44934 e-01	1.58733 e-02	1.84414 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,25551
<b>B99-011</b> 03/12/99 Triazophos KOM99/09-BJ.cot F3	DL90	2.47847 e+00	1.47573 e-01	3.00933 e+02	1.66813 e+02	7.50888 e+02	$\chi^2 = 2.810$	A = -1,85977
	<b>DL50</b>	<b>1.46726 e+00</b>	<b>1.96523 e-01</b>	<b>2.93263 e+01</b>	<b>7.39719 e+00</b>	<b>5.87389 e+01</b>	5 DDL, 0.729	B = +1,26752
	DL10	4.56044 e-01	3.87460 e-01	2.85788 e+00	1.49521 e-01	1.00804 e+01	Bon ajustement	Etb = 0,27270
N.B. (*) : Bien que l'ajustement du modèle ne soit pas rejeté pour le test B99-009, l'écart-type du log. dose est élevé.								



**Tableau n° 04 (B) : Résultats des tests de DL50 réalisés par application topique à Cana du 08/10/1999 au 08/03/2000.**

Code test date Matière active CODE SOUCHE	Doses létales						TEST CHI2 valeur, DDL, Probabilité de dépassement	Régression $Y = A + B \cdot X$ Etb = écart type pente
		log. dose	Écart type	Dose	Limite Infér.	Limite Supér.		
<b>B99-012*</b> 03/12/99 Cyper + triaz (1:3.9978) KOM99/09-BJ.cot F3	DL90	1.56287 e+00	2.64196 e-01	3.65486 e+01	7.65398 e+00	1.74523 e+02	$\chi^2 = 21.138$	A = -1,19754
	<b>DL50</b>	<b>7.54901 e-01</b>	<b>4.37990 e-01</b>	<b>5.68724 e+00</b>	<b>4.25861 e-01</b>	<b>7.59511 e+01</b>	5 DDL, <b>0.000</b>	B = +1,58636
	DL10	-5.30677 e-02	7.73738 e-01	8.84978 e-01	9.08709 e-03	8.61866 e+01	<b>Non valide</b>	Etb = 0,74091
<b>B99-013</b> 09/12/99 Cyperméthrine OKP99/11-BJ.cot F1	DL90	1.74617 e+00	1.06244 e-01	5.57398 e+01	3.46951 e+01	9.69321 e+01	$\chi^2 = 8.200$	A = -1,64195
	<b>DL50</b>	<b>9.80655 e-01</b>	<b>1.55334 e-01</b>	<b>9.56433 e+00</b>	<b>3.56695 e+00</b>	<b>1.68871 e+01</b>	6 DDL, 0.224	B = +1,67434
	DL10	2.15143 e-01	2.73256 e-01	1.64113 e+00	2.57562 e-01	4.18879 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,30029
<b>B99-014</b> 13/12/99 Triazophos OKP99/11-BJ.cot F1	DL90	3.16406 e+00	2.27260 e-01	1.45903 e+03	7.00991 e+02	9.89658 e+03	$\chi^2 = 8.286$	A = -2,88013
	<b>DL50</b>	<b>2.18963 e+00</b>	<b>1.26427 e-01</b>	<b>1.54749 e+02</b>	<b>6.70280 e+01</b>	<b>2.60049 e+02</b>	4 DDL, 0.082	B = +1,31535
	DL10	1.21519 e+00	3.22650 e-01	1.64131 e+01	9.78539 e-01	4.47558 e+01	Bon ajustement	Etb = 0,33582
<b>B99-015</b> 13/12/99 Cyperméthrine OKP99/11-BJ.cot F1	DL90	2.66761 e+00	2.26913 e-01	4.65170 e+02	2.33223 e+02	7.06788 e+03	$\chi^2 = 0.758$	A = -2,55375
	<b>DL50</b>	<b>1.77616 e+00</b>	<b>1.69200 e-01</b>	<b>5.97252 e+01</b>	<b>9.88662 e+00</b>	<b>1.06749 e+02</b>	3 DDL, 0.859	B = +1,43780
	DL10	8.84703 e-01	4.34195 e-01	7.66838 e+00	2.62384 e-02	2.57530 e+01	Bon ajustement	Etb = 0,48755
<b>B99-016</b> 13/12/99 Deltaméthrine OKP99/11-BJ.cot F1	DL90	2.05805 e+00	1.93909 e-01	1.14301 e+02	6.17918 e+01	7.46604 e+02	$\chi^2 = 1.955$	A = -1,94841
	<b>DL50</b>	<b>1.24141 e+00</b>	<b>1.36903 e-01</b>	<b>1.74345 e+01</b>	<b>5.53503 e+00</b>	<b>2.87870 e+01</b>	3 DDL, 0.582	B = +1,56951
	DL10	4.24768 e-01	3.41651 e-01	2.65930 e+00	7.56311 e-02	7.27631 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,46453
<b>B99-017</b> 13/12/99 Cyper + triaz (1:2.9982) OKP99/11-BJ.cot F1	DL90	2.11914 e+00	1.92184 e-01	1.31565 e+02	7.44017 e+01	9.94094 e+02	$\chi^2 = 3.372$	A = -4,32437
	<b>DL50</b>	<b>1.63464 e+00</b>	<b>7.90718 e-02</b>	<b>4.31159 e+01</b>	<b>3.10317 e+01</b>	<b>7.80416 e+01</b>	4 DDL, 0.498	B = +2,64546
	DL10	1.15014 e+00	1.34270 e-01	1.41298 e+01	3.69055 e+00	2.14863 e+01	Bon ajustement	Etb = 0,79556
<b>B99-018*</b> 15/12/99 Cyperméthrine DRI99/10-BJ.cot F2	DL90	1.86823 e+00	1.95040 e-01	7.38292 e+01	3.06136 e+01	2.02385 e+03	$\chi^2 = 14.235$	A = -1,73286
	<b>DL50</b>	<b>1.07390 e+00</b>	<b>1.78568 e-01</b>	<b>1.18550 e+01</b>	<b>7.27726 e-01</b>	<b>2.84532 e+01</b>	5 DDL, <b>0.014</b>	B = +1,61361
	DL10	2.79578 e-01	3.59818 e-01	1.90361 e+00	9.80596 e-04	7.05690 e+00	<b>Non valide</b>	Etb = 0,46265
N.B. (*) : Le test $\chi^2$ rejette la validité de l'ajustement des tests B99-012 et B99-018, leurs résultats sont cependant présentés à titre indicatif.								

**Tableau n° 04 (C) : Résultats des tests de DL50 réalisés par application topique à Cana du 08/10/1999 au 08/03/2000.**

Code test    date Matière active CODE SOUCHE	Doses létales						TEST CHI2 valeur, DDL, Probabilité de dépassement	Régression $Y = A + B \cdot X$ Etb = écart type pente
		log. dose	Écart type	Dose	Limite Infér.	Limite Supér.		
<b>B99-019</b> 15/12/99 Deltaméthrine DRI99/10-BJ.cot F2	DL90	1.42993 e+00	1.43757 e-01	2.69111 e+01	1.45091 e+01	6.55456 e+01	$\chi^2 = 8.015$	A = -0,49273
	<b>DL50</b>	<b>3.97060 e-01</b>	<b>2.47924 e-01</b>	<b>2.49494 e+00</b>	<b>3.36861 e-01</b>	<b>5.64705 e+00</b>	5 DDL, 0.155	B = +1,24094
	DL10	-6.35812 e-01	4.82250 e-01	2.31307 e-01	3.68776 e-03	1.03181 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,30666
<b>B00-001</b> 05/01/99 Cyperméthrine AGB99/10-BJ.cot F2	DL90	2.31978 e+00	1.18424 e-01	2.08825 e+02	1.33869 e+02	4.52122 e+02	$\chi^2 = 8.541$	A = -2,71566
	<b>DL50</b>	<b>1.57596 e+00</b>	<b>1.23875 e-01</b>	<b>3.76673 e+01</b>	<b>1.65484 e+01</b>	<b>5.94838 e+01</b>	4 DDL, 0.074	B = +1,72317
	DL10	8.32146 e-01	2.55260 e-01	6.79433 e+00	1.01701 e+00	1.57416 e+01	Bon ajustement	Etb = 0,36073
<b>B00-002</b> 05/01/99 Betacyfluthrine AGB99/10-BJ.cot F2	DL90	7.74487 e-01	7.34898 e-02	5.94959 e+00	4.46949 e+00	9.39136 e+00	$\chi^2 = 1.997$	A = -0,85230
	<b>DL50</b>	<b>3.09318 e-01</b>	<b>8.20037 e-02</b>	<b>2.03853 e+00</b>	<b>1.19462 e+00</b>	<b>2.76338 e+00</b>	4 DDL, 0.736	B = +2,75540
	DL10	-1.55851 e-01	1.60612 e-01	6.98472 e-01	2.17702 e-01	1.19258 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,55799
<b>B00-003</b> 05/01/99 Cyperméthrine KOM99/09-BJ.cot F4	DL90	1.19637 e+00	1.33461 e-01	1.57171 e+01	9.35665 e+00	3.64460 e+01	$\chi^2 = 6.526$	A = -0,54065
	<b>DL50</b>	<b>3.54930 e-01</b>	<b>1.52761 e-01</b>	<b>2.26428 e+00</b>	<b>8.15229 e-01</b>	<b>3.96192 e+00</b>	4 DDL, 0.163	B = +1,52325
	DL10	-4.86512 e-01	3.01531 e-01	3.26203 e-01	3.47113 e-02	8.81310 e-01	Bon ajustement	Etb = 0,31889
<b>B00-004<sup>(1)</sup></b> 05/01/99 cyper + PBO 1,25 mg/g KOM99/09-BJ.cot F4	DL90	3.07741 e-01	1.16653 e-01	2.03115 e+00	1.35589 e+00	5.44769 e+00	$\chi^2 = 1.950$	A = +0,44982
	<b>DL50</b>	<b>-1.66395 e-01</b>	<b>9.87264 e-02</b>	<b>6.81718 e-01</b>	<b>3.20741 e-01</b>	<b>9.95648 e-01</b>	3 DDL, 0.583	B = +2,70329
	DL10	-6.40532 e-01	2.03882 e-01	2.28806 e-01	3.23696 e-02	4.26525 e-01	Bon ajustement	Etb = 0,76155
<b>B00-004<sup>(2)</sup></b> 05/01/99 cyper + PBO 1,25 mg/g KOM99/09-BJ.cot F4	DL90	4.17811 e-01	1.60370 e-01	2.61705 e+00	1.32877 e+00	2.04701 e+01	$\chi^2 = 4.604$	A = +0,64909
	<b>DL50</b>	<b>-4.28676 e-01</b>	<b>3.04254 e-01</b>	<b>3.72670 e-01</b>	<b>9.78768 e-04</b>	<b>8.67124 e-01</b>	3 DDL, 0.203	B = +1,51417
	DL10	-1.27516 e+00	6.26339 e-01	5.30685 e-02	9.94842 e-08	2.66192 e-01	Bon ajustement	Etb = 0,610339
<b>B00-005</b> 06/01/99 cyper + PBO 1,25 mg/g AGB99/10-BJ.cot F2	DL90	1.49881 e+00	7.08867 e-01	3.15359 e+01	1.28655 e+00	7.73011 e+02	$\chi^2 = 5.070$	A = -0,45161
	<b>DL50</b>	<b>3.90502 e-01</b>	<b>1.90171 e-01</b>	<b>2.45755 e+00</b>	<b>1.04176 e+00</b>	<b>5.79745 e+00</b>	3 DDL, 0.167	B = +1,15648
	DL10	-7.17801 e-01	5.88723 e-01	1.91513 e-01	1.34370 e-02	2.72958 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,65029

Nota : la DL50 de la cyperméthrine associée au PBO dans le test B00-004 a été calculée<sup>(1)</sup> en prenant la mortalité provoquée par le PBO + acétone pour témoin, <sup>(2)</sup> en prenant pour témoin la mortalité provoquée par l'acétone seule.



**Tableau n° 04 (D) :** Résultats des tests de DL50 réalisés par application topique à Cana du 08/10/1999 au 08/03/2000.

Code test    date Matière active CODE SOUCHE	Doses létales						TEST CHI2 valeur, DDL, Probabilité de dépassement	Régression $Y = A + B \cdot X$ Etb = écart type pente
		Log. dose	Écart type	Dose	Limite Infér.	Limite Supér.		
<b>B00-006</b> 13/01/99 Cyperméthrine OKP99/11-BJ.cot F2	DL90	2.90398 e+00	2.24432 e-01	8.01637 e+02	3.71818 e+02	5.81102 e+03	$\chi^2 = 8.777$	A = -1,70169
	<b>DL50</b>	<b>1.65638 e+00</b>	<b>2.59032 e-01</b>	<b>4.53293 e+01</b>	<b>4.08447 e+00</b>	<b>1.05240 e+02</b>	5 DDL, 0.118	B = +1,02736
	DL10	4.08781 e-01	5.89812 e-01	2.56319 e+00	5.90988 e-03	1.44702 e+01	Bon ajustement	Etb = 0,99210
<b>B00-007</b> 13/01/99 cyper + PBO 503 µg/g. OKP99/11-BJ.cot F2	DL90	1.25599 e+00	1.20257 e-01	1.80296 e+01	1.15739 e+01	3.82911 e+01	$\chi^2 = 4.214$	A = -1,19422
	<b>DL50</b>	<b>6.05798 e-01</b>	<b>8.55525 e-02</b>	<b>4.03457 e+00</b>	<b>2.55122 e+00</b>	<b>5.83321 e+00</b>	6 DDL, 0.648	B = +1,97132
	DL10	-4.43898 e-02	1.61527 e-01	9.02839 e-01	3.13299 e-01	1.59504 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,34512
<b>B00-008*</b> 08/03/99 Cyperméthrine TAN00/02-BJ.tom F1	DL90	1.72191 e+00	4.26257 e-01	5.27122 e+01	3.83866 e-07	1.78650 e+02	$\chi^2 = 1.231$	A = -0,68422
	<b>DL50</b>	<b>5.99286 e-01</b>	<b>9.03551 e-01</b>	<b>3.97453 e+00</b>	<b>2.51941 e-20</b>	<b>3.62179 e+01</b>	5 DDL, 0.942	B = +1,14172
	DL10	-5.23340 e-01	1.41459 e+00	2.99681 e-01	1.37557 e-33	8.82633 e+00	Bon ajustement	Etb = 0,53331
<b>B00-009*</b> 08/03/99 cyper + PBO 503 µg/g. TAN00/02-BJ.tom F1	DL90	8.38254 e-01	7.38769 e-01	6.89055 e+00	2.45622 e-01	1.93304 e+02	$\chi^2 = 4.762$	A = +0,60755
	<b>DL50</b>	<b>-7.55400 e-01</b>	<b>1.82682 e+00</b>	<b>1.75631 e-01</b>	<b>4.61356 e-05</b>	<b>6.68597 e+02</b>	4 DDL, 0.313	B = +0,80427
	DL10	-2.34905 e+00	2.97060 e+00	4.47658 e-03	6.73871 e-09	2.97382 e+03	Bon ajustement	Etb = 0,58591
<b>B00-010*</b> 08/03/99 Betacyfluthrine TAN00/02-BJ.tom F1	DL90	6.94305 e-01	5.32207 e-01	4.94658 e+00	4.47897 e-01	5.46300 e+01	$\chi^2 = 2.992$	A = +0,31049
	<b>DL50</b>	<b>-2.21959 e-01</b>	<b>1.06329 e+00</b>	<b>5.99847 e-01</b>	<b>4.94312 e-01</b>	<b>7.27915 e+01</b>	5 DDL, 0.701	B = +1,39886
	DL10	-1.13822 e+00	1.61451 e+00	7.27406 e-02	4.98123 e-05	1.06223 e+02	Bon ajustement	Etb = 0,85600
N.B (*) : malgré le bon ajustement du modèle, les DL50 déterminées lors des tests B00-008 à B00-009 ont des écarts-types élevés car la plupart des points sont situés au dessus de la valeur correspondant à la DL50.								



## Chute de la résistance en l'absence de pression de sélection

La DL50 de la cyperméthrine a été déterminée sur plusieurs générations successives de trois souches (F1/F2 pour Agblakindji et Okpara; F1/F3/F4 pour Komiguia).

On a observé qu'entre deux générations successives d'une même souche élevée au laboratoire sans pression de sélection, la DL50 de la cyperméthrine chutait sensiblement. La réduction observée entre les générations F1 et F2 reste cependant faible et assez constante (ratios de 1,22 et 1,32), ce qui permet d'admettre que la valeur obtenue en F2 reste représentative du niveau de résistance de la population d'origine, ce qui permet de travailler sur la F2 au cas où des difficultés lors des élevages ne permettraient pas de réaliser un test sur la F1.

Par contre la perte de résistance s'accélère en F3 et F4, les ratios F1/F3 et F1/F4 sont nettement plus élevés (2,66 et 6,31). Ceci est un indice important confortant l'hypothèse que la résistance n'est pas stable et chute en l'absence de pression de sélection. C'est aussi la manifestation que celle-ci a un coût biologique.

La réalisation de nouveaux tests est indispensable pour confirmer ce phénomène et déterminer une tendance ou un modèle généralisable aux souches du Bénin.

## Effet potentialisant du triazophos en association avec la cyperméthrine

Les DL50 de la cyperméthrine, du triazophos et de leur mélange ont été déterminées sur deux souches, sur des lots de chenilles homogènes ayant la même structure de poids (KOM99/09-BJ.cot en F3; OKP99/11-BJ.cot en F1).

Lors de ces deux séries de tests, les ratios "cyperméthrine : triazophos" étaient respectivement de 1 : 4 et de 1 : 3.

Il faut préciser que lors de chacune des séries de trois tests, ceux-ci ont chaque fois été réalisés le même jour.

La formule utilisée pour calculer le coefficient de cotoxicité est celle de Sun et Johnson (1960):

$$CC = DL50(A) \times DL50(B) / DL50(M) [(DL50(B) \times A\%) + (DL50(A) \times B\%)]$$

où DL50(A), DL50(B) et DL50(M) sont respectivement les DL50 des produits, A, B et de leur mélange M, et A% et B% sont les proportions des produits A et B dans le mélange M.

Bien que les deux échantillons testés aient des niveaux de sensibilité très différents, les coefficients de cotoxicité qu'ils permettent de calculer sont tout à fait identiques et nettement supérieurs à 1 (2,72 et 2,57). Le triazophos a donc bien un effet potentialisant vis-à-vis de la cyperméthrine, ce qui conforte la recommandation de ne plus utiliser de pyréthrinoïdes seuls lors du traitement des parcelles de cotonniers, mais bien des associations binaires comprenant un pyréthrinoïde plus un organophosphoré potentialisant.



## Effet synergisant du pipéronyl butoxide (Pbo) associé à la cyperméthrine

Quatre séries de test (souche KOM99/09-BJ.cot F4; souche AGB99/10-BJ.cot F2; souche OKP99/11-BJ.cot F2; TAN00/02-BJ.tom F1) permettent de comparer les DL50 de la cyperméthrine appliquée seule et en association avec le Pbo. Les doses de Pbo associées sont respectivement 1,25 mg/g pour les tests AGB F2 et KOM F4, et 0,503 mg/g pour les tests TAN F1 et OKP F2.

Dans les quatre cas, il y a une réduction très nette de la DL50 de la cyperméthrine lorsque du Pbo est appliqué une heure avant celle-ci, le coefficient de réduction varie cependant sensiblement selon les tests de comparaison (de 22,63 à 3,32). Le mécanisme mis en jeu par *H. armigera* au Bénin pour développer une résistance aux pyréthrinoïdes fait donc probablement intervenir des oxydases. Ces quatre comparaisons confirment l'hypothèse d'une diminution de la résistance au cours des générations successives au sein d'une souche. Le ratio C/C+P est maximum sur une génération F1 (22,63), diminue dans le cas des deux F2 (de 11,23 à 15,33), et est minimum pour la seule F4 testée (3,32). L'ensemble paraît cohérent dans la mesure où la résistance diminuant au cours des générations, l'effet du Pbo, qui bloque le mécanisme mis en jeu, doit aussi diminuer. Cependant, le fait que l'effet maximum du Pbo soit obtenu avec la F1 ayant la plus faible DL50 pour la cyperméthrine peut paraître suspect. Soit la DL50 obtenue lors de ce test est peu valide (voir écarts-types élevés des tests B00-008, B00-009 et B0-010), mais dans ce cas la technique de comparaison reste valide (précautions de travailler sur un même lot de chenilles ayant une même structure de poids) et l'effet du Pbo est bien important dans le cas d'une F1. Soit, la souche TAN00/02-BJ provenant d'une parcelle de tomate traitée avec de la cyfluthrine, les oxydases prédominantes en F1 sont plus efficaces contre les isomères de cette matière active que contre ceux de la cyperméthrine. Cette hypothèse peut paraître hardie mais reste envisageable lorsque l'on voit que les coefficients de résistance d'une souche pour diverses matières actives peuvent être fortement modifiés par le choix de la matière active retenue pour exercer une pression de sélection sur la souche (cas de la deltaméthrine dans l'étude réalisée par DJIHINTO (1999)). On pourrait envisager que l'effet du PBO soit lié au pourcentage d'individus résistants capables de produire ces enzymes et/ou de la quantité qu'ils sont capables de produire, mais que le coefficient de résistance puisse aussi varier selon les matières actives, les enzymes produites variant qualitativement selon la matière active qui a été employée lors de la pression de sélection la plus récente. Cela supposerait un processus de production quantitativement identique mais susceptible de modifications qualitatives rapidement réversibles en quelques générations.

## Conclusion

La résistance de *H. armigera* aux pyréthrinoïdes au Bénin est désormais bien établie et va en augmentant fortement au cours d'une même campagne et lentement entre campagnes. Tant les vials-tests que les DL50 déterminées par application topique confirment ces tendances.

La résistance chute lorsque plusieurs générations successives sont élevées au laboratoire sans pression de sélection, ce qui indique que le processus est réversible. La nécessité d'associer des organophosphorés lors des traitements utilisant des pyréthrinoïdes est bien confirmée par l'effet potentialisant démontré dans le cas du triazophos. La résistance met en jeu des oxydases comme l'indique la chute des DL50 lorsque du Pbo est appliqué une heure avant la cyperméthrine. Il n'a pas été fait mention des premiers essais partiels conduits avec le DEF, car les résultats sont incomplets, mais les préliminaires indiquent que ce produit serait sans effet, ou d'un effet très nettement moindre que celui du Pbo.



Il convient donc de poursuivre les études sur les mécanismes mis en jeu par *H. armigera* pour acquérir cette résistance aux pyréthrinoïdes, en particulier des systèmes enzymatiques qui y participent, de la génétique de la résistance et du coût biologique que celle-ci pour avoir pour l'espèce.

## Bibliographie

DJIHINTO C. A., 1999. Résistance aux pyréthrinoïdes observées chez *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lépidoptère, Noctuidae), ravageur du cotonnier au nord Bénin. DEA, option Protection des plantes et environnement, *Troisième cycle inter-écoles, ENSA-M, ENSA-R, INA-PG*, 30 septembre 1999, Montpellier, France : 36 pp. + IX annexes.

PRUDENT P., KATARY A. et DJIHINTO C.A., 2000. La résistance de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoïdes et nouvelles orientations de la recherche cotonnière au Bénin, in *Réunion Phytosanitaire de la CORAF*, Lome, Togo, à paraître : 9 pp. + 18 figures.

PRUDENT P., KATARY A., DJIHINTO C.A. et PATHINVO E., 2000. Résultats des études conduites sur la résistance de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoïdes au Bénin durant la campagne 1999-2000. In *Atelier PR-PRAO : Rapport d'activités de la campagne 1999-2000*. 21-23 mars 2000, Bamako (Mali). 2-27.

SUN Y. & JOHNSON E.R., 1960. Analysis of joint action of insecticides against house flies. *J. Econ. Entomol.*, 53 : 887-892.